Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 4, Winter. 2020, p. 579-590

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۵۹۰-۵۷۹

بررسی واکنش ارقام گندم دیم (*Triticum aestivum* L.) در دو منطقه نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب استان گلستان

علی راحمی کاریزکی[1*]، هادی رضایی[2]، عبداللطیف قلی‌زاده[3]، علی نخ زری مقدم[4]، معصومه نعیمی[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۱۹

چکیده

یکی از جنبه‌های بسیار مهم در به‌نژادی گندم، ثبات و پایداری ارقام تحت شرایط مختلف محیطی است. به همین منظور جهت بررسی واکنش ارقام گندم دیم در دو منطقه نیمه‌خشک (مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس) و نیمه‌مرطوب (مزرعه‌ای در گرگان) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار و با ۷ رقم گندم دیم (آفتاب، آذر ۲، سرداری، قابوس، کریم، کوهدشت و لاین ۱۷) در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ اجرا شد. در این آزمایش صفات فنولوژیکی (روز از کاشت تا گرده‌افشانی، روز از کاشت تا رسیدگی، طول دوره پر شدن، سرعت دوره پر شدن)، حداکثر شاخص سطح برگ، عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد پنجه در متر مربع، دانه در سنبله، سنبلچه در سنبله، دانه در متر مربع، میانگین وزن دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت) ارقام در دو منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که در هر یک از مناطق گنبد و گرگان ارقام متفاوتی به عملکرد دانه بالا دست یافتند. به نحوی که در منطقه گنبد لاین ۱۷ با ۳۷۵ گرم در متر مربع و در منطقه گرگان رقم کوهدشت با ۵۴۶ گرم در متر مربع از بالاترین عملکرد برخوردار بودند. در منطقه گرگان رقم کریم با ۱۹۱ روز و در منطقه گنبد لاین ۱۷ با ۱۷۴ روز، زمان کمتری برای سپری نمودن از کاشت تا رسیدگی به ثبت رساندند. بنابراین با توجه به نتایج می‌توان بیان داشت که رقم کوهدشت در گرگان و لاین ۱۷ در گنبد نسبت به سایر ارقام از برتری قابل ملاحظه‌ای برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: عملکرد و اجزای عملکرد، فنولوژی، گندم، مورفولوژی

مقدمه

بشر تمام غذای خود را به شکل مستقیم و غیرمستقیم از گیاهان به‌دست می‌آورد و هزاران سال است که گیاهان متعلق به خانواده غلات در تأمین غذای بشر نقش حیاتی ایفا می‌کنند. به‌طورکلی بیشترین سطح زیر کشت محصولات در جهان متعلق به گیاهان خانواده غلات می‌باشد (Kazemi Arbat, 2011). گندم (*Triticum aestivum*) از عمده‌ترین گیاهان مورد کشت در سراسر جهان می‌باشد (Hamam, 2008). گندم با سطح زیر کشت ۶/۶ میلیون هکتار در سال بیشترین میزان پروتئین گیاهی را در کشور تولید می‌کند. زراعت گندم به‌دلیل سهمی که در تأمین غذای مردم و کمک به زراعت‌های دیگر و تحکیم زیربنای اقتصادی کشور دارد به‌تنهایی بیش از ۵۰ درصد اراضی کشاورزی کشور را به خود اختصاص داده است (Ghobakhlou, 2015). بر اساس گزارش‌های موجود میزان سطح زیر کشت، عملکرد و تولید گندم در استان گلستان برای زراعت آبی ۱۵۹۶۸۸ هکتار، ۴۴۷۶ کیلوگرم و ۷۱۴۶۹۰ تن و در زراعت دیم ۲۲۰۳۱۱ هکتار، ۳۶۱۱ کیلوگرم و ۷۹۵۶۰۷ تن بوده است (Ahmadi, 2016). اقلیم استان گلستان برخلاف عموم که آن را معتدل می‌دانند، دارای چندین نوع آب و هوای متفاوت می‌باشد. از این بین اقلیم گرگان بر اساس روش کوپن آب و هوای مدیترانه‌ای، بر اساس روش آمبرژه نیمه‌مرطوب معتدل و اقلیم گنبد نیز بر اساس روش کوپن سرد مدیترانه‌ای و بر اساس روش آمبرژه نیمه‌خشک تعیین گردیده است.

یکی از جنبه‌های بسیار مهم در به‌نژادی گندم، ثبات و پایداری ارقام تحت شرایط مختلف محیطی است (Bakhshayeshi, 2011). پایداری یک محصول در واقع عبارت از توانایی آن در جهت بقا در محیطی خاص در طی زمان می‌باشد. به عبارت دیگر یک گیاه بایستی قادر باشد سرما، گرما، کمبود یا بیش‌بود آب، تغییرات طول روز، شدت نور و دامنه وسیعی از شرایط شیمیایی و فیزیکی خاک را تحمل نماید (Kouchaki *et al*., 2004). محیط به مجموعه شرایط آب و هوایی، خاک، ارگانیسم‌ها و حتی شرایط مدیریتی که در تولید یک محصول

۱- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران
۳- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران
۴- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران
۵- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: alirahemi@yahoo.com)
DOI: 10.22067/gsc.v17i4.77484

زراعی دخیل هستند اطلاق می‌شود. در نتیجه ژنوتیپ تنها عامل به‌وجودآورنده فنوتیپ نمی‌باشد، بلکه محیط، یکی از عوامل مؤثر در ظهور فنوتیپ به‌شمار می‌رود (Mehari *et al*., 2014). همچنین سازگاری عبارت از ظرفیت ژنتیکی یک رقم برای ظهور عملکرد بالا و پایدار در محیط‌های متفاوت می‌باشد (Kebriaei *et al*., 2007). مطالعه و بررسی پایداری و سازگاری ارقام و لاین‌ها در شرایط محیطی مختلف در برنامه‌های اصلاحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. عملکرد دانه یک ژنوتیپ در هر محیط در واقع شامل اثر اصلی ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط است (Mehari *et al*., 2014). برای توصیه ارقام، عملکرد دانه به‌تنهایی معیار مناسبی برای انتخاب نبوده و تخمین درجه سازگاری و ثبات عملکرد دانه معیار مطمئن‌تری نسبت به عملکرد می‌باشد (Bakhshayeshi, 2011). وزن دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum*) به‌شمار می‌رود و تحت تأثیر ساختار ژنتیکی گیاه و شرایط محیطی و اثرات متقابل آن‌ها قرار می‌گیرد. شبیه‌سازی تغییرات وزن دانه و بررسی اثر سرعت و دورۀ مؤثر پر شدن دانه بر روند این تغییرات، به‌خصوص در شرایط تنش، در تدوین برنامه‌های به‌نژادی و انتخاب صفت و صفات مؤثر بر وزن دانه اهمیت زیادی دارد (Rahemi karizaki, 2011). از لحاظ آماری درصورتی‌که عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف به‌طور معنی‌داری تغییر یابد، اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط رخ می‌دهد (Motamedi and Moradi, 2012). وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط سبب بروز تفاوت‌های قابل‌ملاحظه بین ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف می‌گردد. این اثر می‌تواند تا حدودی به علت تنش‌های زیستی و غیر زیستی نظیر خشکی یا بیماری‌ها باشد و لذا اصلاح مقاومت دارای اهمیت زیادی در اصلاح پایداری عملکرد است (Farshadfar, 1998). اثر متقابل ژنوتیپ در محیط در مورد صفاتی همچون عملکرد موجب شده است که نتوان یک رقم اصلاحی پرمحصول را برای مناطق مختلف توصیه کرد، به همین دلیل وجود اثر متقابل ژنوتیپ در محیط ضرورت معرفی ارقام پرمحصول با پایداری و سازگاری بالا را توجیه می‌کند (Jafari *et al*., 2014). وجود این اثرات متقابل به‌نژادگر را ناگزیر می‌نماید که ژنوتیپ‌ها را در بیشتر از یک محیط (جهت ارزیابی واکنش هیبریدها در شرایط متفاوت محیطی) مورد بررسی قرار دهد (Bakhshayeshi and Bakhshayeshi, 2012). درباره سابقه بررسی ارقام نیز می‌توان به نتایج تحقیق برخی محققان اشاره کرد. کریمی و همکاران (Karimi *et al*., 2012) بیان داشتند که ارقام گندم مورد بررسی در تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری داشتند اما در صفت تعداد سنبله در متر مربع اختلاف معنی‌داری در بین ارقام وجود نداشت. علی محمدی و همکاران (Alimohammadi *et al*., 2016) پژوهشی جهت تعیین مناسب‌ترین رقم گندم پاییزه دیم با مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد برخی ارقام گندم مورد کشت در استان آذربایجان شرقی انجام دادند نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که اختلاف عملکرد و اجزای عملکرد در بین ارقام مختلف با اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود که بیانگر وجود اختلاف بین ارقام گندم دیم مورد بررسی بود. همچنین ایشان دریافتند صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به‌عنوان مؤثرترین متغیرها بر روی عملکرد دانه و از مهم‌ترین صفات زراعی برای انتخاب ارقام گندم با عملکرد دانه بالا محسوب می‌شود. هوشمندی (Hooshmandi, 2015) در پژوهشی که به‌منظور ارزیابی شاخص‌های مورفوفیزیولوژیک و عملکرد ارقام گندم نان انجام داد، بیان داشت که در بین صفات مورد بررسی وزن هزار دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، سرعت رشد نسبی، سرعت جذب خالص و سرعت رشد محصول در سطح احتمال یک درصد و صفات محتوای نسبی آب برگ پرچم و شاخص سطح برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود که بیانگر وجود اختلاف بین ارقام مورد بررسی از نظر این صفات است. نتایج این بررسی حاکی از آن است که صفات عملکرد بیولوژیک، سرعت رشد نسبی و شاخص سطح برگ به‌عنوان مؤثرترین صفات بر روی عملکرد دانه بودند و حدود ۸۰ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. از آن‌جایی‌که ارقام گندم دیم که در استان گلستان کشت می‌شوند در مناطق مختلف استان با توجه شرایط آب و هوایی متفاوت از عملکرد متغیری برخوردار می‌باشند. لذا مطالعه‌ای به‌منظور بررسی و تعیین مطلوب‌ترین رقم برای دو منطقه غالب از نظر آب و هوای نیمه‌مرطوب معتدل (گرگان) و نیمه‌خشک (گنبد) ضروری به‌نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و با استفاده از هفت رقم گندم دیم شامل کریم، کوهدشت، لاین ۱۷ (این لاین نیمه‌حساس به انواع زنگ گندم است)، قابوس، آفتاب، آذر۲ و سرداری به‌صورت کرت‌های خردشده در مکان و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو منطقه شهرستان گرگان (شرایط معتدل نیمه‌مرطوب) و شهرستان گنبدکاووس (نیمه‌خشک) تحت شرایط دیم و عدم محدودیت عناصر غذایی و کنترل آفات، بیماری و علف‌های هرز به‌اجرا درآمد. مشخصات جغرافیایی گنبدکاووس، ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۵ متر بالاتر از سطح دریا و مشخصات جغرافیایی گرگان ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۰۰متر از سطح دریا می‌باشد. پس از تهیه زمین (شامل شخم و دیسک) آن را کرت‌بندی نموده و عملیات کشت در تاریخ ۱۵ آبان‌ماه سال ۱۳۹۵ در یک روز در دو مکان به‌صورت

دستی انجام شد. هر کرت آزمایشی دارای پنج خط به طول چهار متر و به فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر بود. میزان بذر برای کاشت بر اساس ۳۵۰ دانه در مترمربع و با توجه به وزن هزار دانه ارقام تنظیم شد. لازم به ذکر است که توصیه کودی با توجه به متوسط آمار عملکرد ده‌ساله گندم و معرفی شده ایستگاه تحقیقات گنبدکاووس در نظر گرفته شد. کود مطلوب ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در نظر گرفته شد که یک سوم آن در زمان کاشت، یک سوم آن در زمان پنجه‌زنی و مابقی آن در مرحله طویل شدن ساقه‌ها به زمین داده شد. برای تأمین کود فسفره مورد نیاز گیاه ۹۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار به‌صورت پایه به خاک اضافه شد.

به‌منظور حذف اثرات حاشیه‌ای، دو ردیف کناری و ۰/۵ متر از دو انتهای کرت به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند و در نمونه‌برداری مورد استفاده قرار نگرفتند. کنترل علف‌های هرز به‌صورت دستی در چندین مرحله در طول فصل رشد انجام گرفت. مراحل فنولوژیک طی فصل رشد از سبزشدن تا رسیدگی بر اساس روش زادوکس و همکاران (Zadox *et al*., 1974) تعیین شدند. برای این منظور در مراحل ابتدایی رشد ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شد و مراحل فنولوژیک با بررسی بوته‌ها در فواصل زمانی مشخص ثبت گردید. به‌منظور ارزیابی سطح برگ، تا پایان زمستان تقریباً هر ۷ تا ۱۰ روز یک‌بار و از ابتدای بهار هر ۱۴ روز یک‌بار تعداد پنج بوته از هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه انتقال داده شد. برای سنجش سطح برگ با واحد سانتی‌مترمربع از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل (DELTA-T) استفاده شد. جهت بررسی اجزای عملکرد (تعداد سنبله بارور در مترمربع، سنبلچه در سنبله اصلی، تعداد دانه در متر مربع و میانگین وزن دانه) در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی روی ۲۰ بوته که به‌صورت تصادفی از هر کرت و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای برداشت شد، صورت گرفت. نمونه‌ها توسط ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. همچنین برای اندازه‌گیری شاخص برداشت، با حذف حاشیه‌ها و در سطح ۱ متر مربع بوته‌ها کف‌بر شدند، وزن شدند و وزن بیولوژیک آن‌ها به کمک ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم به‌دست آمد، سپس بعد از جدا کردن دانه‌ها، وزن دانه‌ها نیز مشخص گردید. در نهایت با تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک گیاه شاخص برداشت حاصل شد. صفت طول دوره پر شدن دانه از طریق محاسبه اختلاف روز از زمان گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک و میانگین سرعت پر شدن دانه از طریق تقسیم عملکرد دانه بر طول دوره پر شدن دانه برای هر رقم محاسبه گردید. داده‌های مربوط به صفات اندازه‌گیری شده در این تحقیق ابتدا جهت بررسی دو مکان آزمایش توسط آزمون Levene ارزیابی شد. از آن‌جایی‌که بین دو مکان از نظر اکثر صفات اختلاف معنی‌دار وجود داشت، لذا اطلاعات هر یک از مکان‌ها به‌صورت جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. تمام مراحل تجزیه و تحلیل در محیط نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ (Soltani, 2015) صورت گرفت. جداول نهایی با استفاده از نرم‌افزار Word ترسیم شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژی، خصوصیات رشد دانه و مراحل فنولوژی ارقام گندم نشان داد که اثر رقم در منطقه گنبد و گرگان بر تمام صفات به‌جز سرعت پر شدن دانه در گرگان، در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات موفولوژی، خصوصیات رشد دانه و مراحل فنولوژی ارقام گندم

Table 1- Analysis of variance morphological and phonological traits and grain growth characteristics of wheat cultivars

منابع تغییر Sources of variation		درجه آزادی df	Mean of squares میانگین مربعات				
			روز تا گرده‌افشانی Day to anthesis	روز تا رسیدگی Day to maturity	سرعت پر شدن Grain filling rate	طول دوره پر شدن Grain filling period	حداکثر شاخص سطح برگ Maximum leaf area index
گنبد Gonbad	تکرار Replication	3	0.24	0.702	0.42	0.98	3.9**
	رقم Cultivar	6	2.06**	35.36**	40.06**	23.87**	4.75**
	خطا Error	18	0.27	1.035	1.18	0.93	0.62
	C.V (%) ضریب تغییرات		0.4	0.6	10.1	3.2	18.8
گرگان Gorgan	تکرار Replication	3	0	1.75	8.93	1.75	5.43**
	رقم Cultivar	6	62.48**	73.65**	33.99**	3.37*	3.4**
	خطا Error	18	0	1.75	2.92	1.75	0.68
	C.V (%) ضریب تغییرات		0	0.7	15.3	3.3	21.5

** and * are significant at 1% and 5% , respectively

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد

بر اساس نتایج، به‌طورکلی میانگین روز تا گرده‌افشانی، در گرگان بیشتر از گنبد بود. در گنبد ارقام کریم، آفتاب و لاین۱۷ با فواصل زمانی کمتری وارد مرحله گرده‌افشانی شدند، در حالی‌که در همین مکان ارقام سرداری و آذر ۲ به فاصله زمانی بیشتری وارد مرحله گرده‌افشانی شدند، اما بین اکثر ارقام از نظر این صفات تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نشد. همچنین مقایسه میانگین در گرگان بین ارقام مشخص نمود تفاوت معنی‌داری بین ارقام از نظر روز تا گرده‌افشانی وجود دارد و (همانند منطقه گنبد) ارقام آذر ۲ و سرداری با ۱۶۱ روز تا گرده‌افشانی، بیشترین مدت زمان را برای سپری نمودن روز تا گرده‌افشانی لازم داشتند. در مقابل رقم کریم با ۱۵۱ روز تا گرده‌افشانی، از کم‌ترین مدت‌زمان برای پشت سر گذاشتن روز تا گرده‌افشانی برخوردار بود (جدول ۲). به‌طور میانگین رسیدگی در گنبد و گرگان به‌ترتیب ۱۷۸ و ۱۹۵ روز پس از کاشت اتفاق افتاد. نتایج مقایسه میانگین برای روز تا رسیدگی نشان داد در هر دو منطقه گرگان و گنبد بین ارقام اختلاف معنی‌داری وجود داشت به‌طوری‌که در گنبد رقم سرداری با ۱۸۲ و لاین ۱۷ با ۱۷۴ روز پس از کاشت به‌ترتیب از بیشترین و کمترین مدت زمان جهت سپری نمودن روز تا رسیدگی برخوردار بودند. درحالی‌که در گرگان بیشترین و کمترین تعداد روز تا رسیدگی به‌ترتیب مربوط به ارقام سرداری و آذر ۲ با ۲۰۱ و رقم کریم با ۱۹۱ روز پس از کاشت بود (جدول ۲). بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان اظهار داشت که در مجموع ارقامی شامل کریم، کوهدشت، آفتاب و قابوس که مناسب شرایط گرمسیر و نیمه‌گرمسیر بودند شرایط بهتری نسبت به دو رقم سرداری و آذر ۲ که مناسب مناطق سردسیر هستند از نظر تطابق با شرایط محیطی هر دو منطقه داشتند. از بین ارقام، رقم کریم در هر دو منطقه مورد مطالعه از کمترین زمان از کاشت تا گرده‌افشانی و رسیدگی برخوردار بود و همان‌طور که اشاره شد ارقام آذر ۲ و سرداری نیازمند زمان بیشتری برای گذراندن مراحل فنولوژیکی از کاشت تا رسیدگی و برداشت بودند که در مجموع موجب شد تا از نظر عملکرد دانه نیز در رتبه‌های پایین‌تری قرار گیرند. اولین قدم برای به حداکثر رساندن عملکرد در مدیریت تولید یا اصلاح ژنتیکی گیاه اطمینان از مطابقت مطلوب فنولوژی گیاه زراعی با منابع محیطی است. این‌که در یک رقم خاص طول دوره هر یک از این مراحل چه اندازه به طول انجامد، بستگی به ژنوتیپ، شرایط محیطی و اثر متقابل آن‌ها دارد که البته نقش عوامل محیطی (به شکل عمده درجه حرارت و طول روز) در تعیین طول مراحل مختلف نمو متفاوت است (Rahemi karizaki, 2011). حداکثر شاخص سطح برگ در منطقه گنبد در اکثر ارقام ۱۱۸ روز پس از کاشت و تقریباً هم‌زمان با ظهور سنبله به وقوع پیوست درحالی‌که در منطقه گرگان از زمان سنبله‌دهی تا زمان گرده‌افشانی ثبت این شاخص ادامه داشت. با توجه به نتایج مقایسه میانگین هرچند در بین اکثر ارقام از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت اما در منطقه گنبد کاووس و گرگان به‌ترتیب رقم قابوس (۵/۲۲) و کریم (۴/۹۳) بیشترین شاخص سطح برگ را دارا بودند درحالی‌که در هر دو منطقه کمترین مقدار برای رقم سرداری (۲/۱۵ و ۲/۰۹) به ثبت رسید (جدول ۲). حداکثر شاخص سطح برگ با طول دوره پر شدن دانه و ارتفاع بوته همبستگی منفی و با سرعت پر شدن دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله اصلی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۵). با توجه به نتایج عملکرد ارقام در دو منطقه و نتایج همبستگی صفات ذکرشده با حداکثر شاخص سطح برگ مشاهده می‌شود که رقم قابوس در منطقه گنبد هم از نظر سرعت پر شدن دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله اصلی و هم از نظر حداکثر شاخص سطح برگ، ازجمله ارقام برتر است که بالا بودن شاخص سطح برگ سبب بهبود و افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی رقم در منطقه گردیده است. در منطقه گرگان نیز رقم کریم تقریباً دارای شرایط مشابه بوده است.

در غلات پس از تعیین تعداد دانه، عملکرد دانه با وزن دانه متناسب است، این صفت خود تابعی از سرعت و دوام پر شدن دانه است (Young *et al*., 2006). مقایسه میانگین طول دوره پر شدن دانه در بین ارقام مورد آزمایش نشان داد که بیشترین دوره پر شدن دانه در مکان اول (گنبد) به رقم سرداری (۳۳ روز) و کمترین آن به لاین ۱۷ (۲۶/۵ روز) تعلق داشت که تفاوت بین ارقام معنی‌دار بود. در گرگان نیز تفاوت بین ارقام از نظر این صفت معنی‌دار بود به‌طوری‌که بیشترین و کمترین دوره به‌ترتیب مربوط به رقم قابوس (۴۰/۷۵ روز) و رقم کوهدشت (۳۸ روز) بود (جدول ۲). عوامل ژنتیکی (رقم) تا حدود زیادی سرعت پر شدن دانه را تعیین کرده و عوامل محیطی (دما) تا حدود زیادی تعیین‌کننده طول دوره پر شدن دانه هستند (Rahemi Karizaki, 2011). همچنین ضریب همبستگی بین دوره پر شدن دانه و رسیدگی فیزیولوژیک مثبت و معنی‌دار بود ($r=۰/۹۵۳^{**}$) (جدول ۵). کنترل بهتر اثرات محیطی در برنامه‌های اصلاحی به‌منظور بهبود عملکرد، می‌تواند از طریق انتخاب غیرمستقیم برای صفاتی که همبستگی خوبی با عملکرد دانه داشته و کمتر به تغییرات محیطی حساس باشند، صورت گیرد (Dawari *et al*., 1991). پاک‌نژاد و همکاران (Behdad *et al*., 2012) در ارزیابی تأثیر تنش خشکی بر صفات مؤثر بر انباشت مواد در دانه ارقام مختلف گندم نیز نتیجه گرفتند که قوی‌ترین همبستگی بین دوره پر شدن دانه با عملکرد دانه وجود داشت. جدول ۲ مقایسه میانگین سرعت پر شدن دانه در واحد سطح (گرم در روز در متر مربع) را نشان می‌دهد. نتایج بیانگر آن بود که در هر دو مکان گنبد و گرگان تفاوت معنی‌دار بین ارقام وجود داشت. در گنبد رقم آذر ۲ دارای کمترین سرعت رشد دانه (۵/۸ گرم در روز در مترمربع) و لاین ۱۷ از بالاترین سرعت رشد دانه (۱۴/۱۷ گرم در روز در مترمربع) برخوردار بود. اما در گرگان رقم سرداری (۵/۴۶ گرم در روز در مترمربع) کمترین و رقم کوهدشت

(۱۴/۳۷ گرم در روز در مترمربع) بیشترین سرعت رشد دانه را در بین ارقام دارا بودند. همبستگی قوی مثبت و معنی‌داری (**r=۰/۸۴۷) بین سرعت رشد دانه و عملکرد دانه نشان می‌دهد که سرعت پر شدن دانه در واحد سطح در ژنوتیپ‌های مناسب مناطق گرمسیر نسبت به ارقام مناسب مناطق سردسیر بیشتر بوده است (جدول ۵). از آنجایی‌که تنها دو رقم سرداری و آذر ۲ مناسب شرایط سردسیر هستند، شرایط بهتر پنج رقم دیگر که مخصوص مناطق گرمسیر هستند موجب حصول این ضریب همبستگی بالا شده است. به نظر می‌رسد در ارقامی که تعداد دانه بیشتری در واحد سطح داشتند، سرعت پر شدن دانه در واحد سطح بیشتر بود و همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری (**r=۰/۷۹۵) نیز بین تعداد دانه در واحد سطح و سرعت پر شدن دانه در واحد سطح مشاهده شد (جدول ۵) که مبین نقش مهم تعداد دانه در تعیین قدرت مقصد است (Rahemi karizaki, 2011; Soltani *et al*., 2001). اما ضریب همبستگی بین سرعت و طول دوره پر شدن دانه معنی‌دار نبود (r= −۰/۱۷۹) که با نتایج راحمی کاریزکی (Rahemi karizaki, 2011) نیز مطابقت دارد. بر اساس نتایج، عملکرد دانه در گندم ناشی از اثرات تجمعی اجزای عملکرد می‌باشد که این اجزای تحت تأثیر مدیریت، ژنوتیپ و اثر متقابل محیط با ژنوتیپ قرار می‌گیرند (Aydin *et al*., 2010)، سرعت پر شدن دانه به مقدار زیادی به‌وسیله ژنوتیپ کنترل می‌شود، ولی مدت پر شدن دانه تحت تأثیر محیط است (Mohammadi Gonbad *et al*., 2016). بنابراین شناسایی این اجزا و روابط آن‌ها با عملکرد دانه می‌تواند در گزینش ارقام پر محصول مؤثر واقع شود.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات موفولوژیک، خصوصیات رشد دانه و مراحل فنولوژی ارقام گندم

Table 2- Mean comparison morphological treats, grain growth characteristics and phenological levels wheat cultivars

منطقه Zone	ارقام Cultivars	حداکثر شاخص سطح برگ Maximum leaf area index	سرعت دوره پر شدن Grain filling rate (g.day^{-1} m^{-2})	طول دوره پر شدن Grain filling period (day)	روز تا رسیدگی Day to maturity	روز تا گرده‌افشانی Day to anthesis
گنبد Gonbad	آذر۲ Azar 2	3.3bc	5.8d	32.5a	181.5a	149a
	آفتاب Aftab	4.31b	13.39a	27.5d	175.5d	148b
	سرداری Sardari	2.15c	7.25d	33a	182a	149a
	قابوس Qaboos	5.22a	12.66b	29c	176.5c	147.5bc
	کریم Karim	4.54a	11.72ab	31b	178.25b	147.25c
	کوهدشت Koohdasht	5.18a	10.46c	30.25bc	178.5b	148.25c
	لاین ۱۷ Lain 17	4.44ab	14.17a	26.5d	174e	147.5bc
LSD 0.05		1.166	1.611	1.435	1.512	0.766
گرگان Gorgan	آذر۲ Azar 2	4.45ab	10.27a	40a	201a	161a
	آفتاب Aftab	4.38ab	11.39a	39ab	192cd	153c
	سرداری Sardari	2.09c	5.46b	40a	201a	161a
	قابوس Qaboos	3.7b	10.73a	40.75a	195.75b	155b
	کریم Karim	4.93a	13.39a	40a	191d	151d
	کوهدشت Koohdasht	3.82ab	14.37a	38b	193c	155b
	لاین ۱۷ Lain 17	3.41b	12.63a	39ab	192cd	153c
LSD 0.05		1.223	2.538	1.965	1.965	0.1

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

In each column, averages with common letters are not significant at 5% level.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم

Table 3- Analysis of variance of yield and yield component wheat cultivars

منابع Sources of variation		درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares							
			تعداد پنجه در متر مربع Number of tillers per m^2	تعداد دانه در سنبله Grain per spike	تعداد سنبلچه در سنبله اصلی Spikelet per main spike	تعداد دانه در متر مربع Grain per m^2	میانگین وزن دانه Mean grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
گنبد Gonbad	تکرار Replication	3	767.79	46.43*	2.24	534362	6.95	558.72	6385.93	8.78
	رقم Cultivar	6	1785.41	163.06**	15.71**	18257491**	59.25*	22050.57**	43084.98**	111.3**
	خطا Error	18	1688.67	13.29	1.76	7035803	22.95	689.83	9374.12	5.57
ضریب تغییرات C.V (%)			18.5	12.4	9.0	12.3	15.7	8.3	9.3	7.8
گرگان Gorgan	تکرار Replication	3	1100.29	26.67	1.26	200457203.3**	84.83**	17097.56*	21381.46*	72.76
	رقم Cultivar	6	4902.17**	520.49**	25.24**	87189639.5*	180.01**	48809.82**	105444.17**	139.54**
	خطا Error	18	1023.38	14.09	0.91	34538496	16.28	4213.83	5363.04	31.18
ضریب تغییرات C.V (%)			16.5	12.3	6.7	22.95	11.4	14.7	7.1	13.2

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد

** and * are significant at 1% and 5% , respectively

نتایج تجزیه واریانس نشان داد به‌جز صفت تعداد پنجه در متر مربع در گنبدکاووس، بین ارقام مورد بررسی در مورد تمامی صفات مرتبط با عملکرد در هر دو مکان در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). باروری گلچه‌ها متأثر از عوامل محیطی است. دمای زیاد و خشکی از طریق عقیم کردن گرده‌ها تأثیر نامطلوبی بر تشکیل اندام‌های زایشی دارد. گرده در مقایسه با سلول تخم و کلاله به شرایط نامطلوب حساسیت بیشتری دارد، بنابراین رطوبت کم و دمای زیاد و تشعشع مستقیم خورشید اثرات نامطلوبی بر جوانه‌زنی گرده دارند. دمای مطلوب گرده‌افشانی و تلقیح گندم بین ۱۸ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد است (Morinaka *et al*., 2006). در این آزمایش متوسط دما و حداکثر دما از شروع تا خاتمه گرده‌افشانی در مکان اول آزمایش به‌ترتیب ۱۵/۶ و ۳۰/۴ درجه سانتی‌گراد و در مکان دوم آزمایش به‌ترتیب معادل ۱۵/۹۸ و ۲۰/۸ درجه سانتی‌گراد بود. این اختلاف دمایی در دو مکان آزمایش بیانگر آن است که تعداد دانه در سنبله علاوه بر ژنوتیپ، تحت تأثیر محیط می‌باشد به عبارتی محیط از طریق باروری گلچه‌های هر سنبلچه روی تعداد دانه در هر سنبله تأثیرگذار می‌باشد. در این آزمایش برخورد دوره گرده‌افشانی در مکان اول آزمایش با دماهای بالاتر از حد مطلوب باعث عقیم ماندن سنبلچه‌ها و به‌ویژه آن‌هایی شد که در ابتدا و انتهای سنبله قرار داشتند و احتمالاً همین امر باعث کاهش تعداد دانه و در نهایت تعداد سنبلچه‌های بارور در سنبله شده است.

مقایسه میانگین تعداد دانه در سنبله در ارقام مختلف نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله در گنبد و گرگان مربوط به رقم قابوس (به‌ترتیب ۳۷/۰۸ و ۴۳/۳۵ دانه در سنبله) و کمترین آن مربوط به رقم سرداری (به‌ترتیب ۱۷/۰۹ و ۱۴/۶۷ دانه در سنبله) بود (جدول ۴). همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین این صفت و عملکرد دانه مشاهده شد (r=۰/۵۴۱**) (جدول ۵). این همبستگی بالا و مثبت نشان‌دهنده‌ی آن است که این صفت از طریق افزایش تعدد دانه در متر مربع در تشکیل عملکرد دانه نقش مهمی ایفا می‌کند. امام و همکاران (Emam *et al*., 2007) نیز در مطالعه خود گزارش کردند در شرایط مطلوب رشدی عملکرد بیشترین همبستگی را با تعداد دانه در سنبله داشت اما در شرایط خشکی بیشترین همبستگی عملکرد با تعداد سنبله در متر مربع بود. محمدی (Mohammadi, 2014) با مطالعه روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام گندم نان تحت شرایط آبیاری کامل و تنش رطوبتی آخر فصل دریافت عملکرد دانه با صفات روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه می‌تواند به دلیل ذخایر ساقه بیشتر و انتقال آن به دانه‌ها در طول پر شدن دانه‌ها

باشد. با بررسی همبستگی بین تعداد دانه و وزن هزار دانه نیز می‌توان دریافت که افزایش تعداد دانه باعث کاهش وزن هزار دانه شد. اسچیلینگر (Schillinger, 2005) نیز مهم‌ترین عوامل مؤثر در عملکرد گندم را به‌ترتیب تعداد سنبله و تعداد دانه در سنبله گزارش کرد. البته در مطالعات دیگر گزارش شده است که تعداد دانه در سنبله اهمیت بیشتری نسبت به سایر اجزای عملکرد دارد (Fischer, 2008). تعداد دانه در سنبله به چند طریق افزایش می‌یابد: افزایش تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه و یا هر دو مورد. در این آزمایش با توجه به همبستگی بالا و معنی‌دار بین تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله (r=۰/۹۱۶**) (جدول ۵) می‌توان نتیجه گرفت که نقش تعداد سنبلچه در سنبله در افزایش تعداد دانه در سنبله بسیار مؤثر واقع شده است. رقم قابوس در هر دو منطقه گنبد و گرگان و به‌ترتیب با ۱۷/۵۹ و ۱۶/۹ سنبلچه در سنبله بیشترین تعداد و رقم سرداری به‌ترتیب با ۱۱/۱۹ و ۱۰/۱۳ سنبلچه در سنبله کمترین تعداد را دارا بودند (جدول ۵). بر اساس این نتایج، عملکرد بالقوه گندم در اکثر شرایط طی مرحله‌ی پر شدن دانه به‌خاطر محدودیت مخزن کم می‌شود. بنابراین افزایش قدرت مخزن (مثلاً تعداد دانه در سنبله) می‌تواند منجر به افزایش عملکرد گردد. تعداد دانه در واحد سطح در ارقام در هر دو مکان مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری متفاوت بودند (جدول ۴). میانگین تعداد دانه در متر مربع از ۱۱۵۲۵ دانه در مترمربع در رقم آذر ۲ تا ۳۰۰۰۹ دانه در متر مربع در لاین ۱۷ در گنبدکاووس و از ۱۸۸۸۱ دانه در متر مربع در رقم سرداری تا ۳۳۰۸۹ دانه در متر مربع در لاین ۱۷ در گرگان متغیر بود (جدول ۴). ضریب همبستگی بالایی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در واحد سطح (r=۰/۷۸۴**) (جدول ۵) می‌تواند روند اختلاف عملکردی بین ارقام در تحقیق حاضر را توجیه کند که با نتایج تحقیقات انجام شده مطابقت دارد (Talebifar *et al*., 2015). یکی دیگر از اجزای عملکرد دانه در گندم، وزن دانه است که به‌عنوان یک جزء مهم تعیین‌کننده‌ی عملکرد می‌باشد. نتایج جدول مقایسه میانگین صفات نشان داد که این جزء عملکرد در بین ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). در منطقه گنبدکاووس سبک‌ترین دانه‌ها با وزن ۲۵/۰۶ میلی‌گرم و سنگین‌ترین دانه‌ها با وزن ۳۵/۵ میلی‌گرم به‌ترتیب مربوط به ارقام قابوس و کریم بود. این در حالی است که در منطقه گرگان سبک‌ترین دانه‌ها با وزن ۲۳/۱۲ میلی‌گرم و سنگین‌ترین دانه‌ها با وزن ۴۳/۱۱ میلی‌گرم و به‌ترتیب به ارقام سرداری و کوهدشت تعلق داشت. البته بین اکثر ارقام از نظر میانگین وزن دانه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. گندم از جمله محصولاتی است که با تغییر اجزای عملکرد نمی‌توان میزان محصول را از یک حد نهایی بالاتر برد، زیرا تلاش در جهت افزایش تعداد دانه در سنبله تا اندازه‌ای از طریق کاهش در وزن تک دانه خنثی می‌گردد (Rahemi karizaki, 2011). به نظر می‌رسد افزایش تعداد دانه در سنبله آن‌قدر زیاد نبوده که در وزن دانه‌ها تغییر جدی ایجاد نماید. مطالعات نشان داده که در طی اصلاح گندم، وزن هر دانه تغییرات بسیار کمی داشته است که البته در چند مورد هم کاهش قابل‌توجهی مشاهده می‌شود (Giamblawo *et al*., 2010). دو فرضیه برای توجیه همبستگی معکوس بین تعداد دانه در متر مربع و وزن دانه وجود دارد: فرضیه اول این‌که با افزایش تعداد دانه در متر مربع قابلیت دسترسی به مواد فتوسنتزی برای هر دانه کمتر می‌شود که منجر به کاهش وزن تک دانه می‌گردد و فرضیه دوم این‌که افزایش تعداد دانه در سنبله باعث می‌شود تا تعداد دانه‌های بیشتری در موقعیت‌هایی از سنبله که پتانسیل پر کردن دانه آن‌ها پایین است (ابتدا و انتهای سنبله) قرار گیرد و این باعث کاهش وزن دانه می‌گردد. با توجه به همبستگی معنی‌دار اما ضعیف (r=۰/۲۷۸*) (جدول ۵) بین عملکرد دانه و وزن دانه، نشان می‌دهد که در جریان بهبود عملکرد دانه، وزن دانه نقش کمتری داشت است. از سوی دیگر همبستگی مثبت و قوی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله بیان‌گر آن است که افزایش تعداد دانه در سنبله مبنای اصلی اختلاف عملکرد بین ارقام مورد آزمایش بوده است.

نتایج نشان داد که اثر رقم بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۳). افزایش عملکرد ممکن است ناشی از افزایش عملکرد بیولوژیک (معمولاً کل ماده خشک بالای سطح خاک) یا شاخص برداشت (نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک) یا هر دوی آن‌ها باشد. مقایسه میانگین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بین ارقام و در مکان‌های اجرای آزمایش در جدول ۴ نشان داده شده است. عملکرد دانه و شاخص برداشت در مکان دوم (گرگان) نسبت به مکان اول (گنبدکاووس) بیشتر بود. افزایش شاخص برداشت را می‌توان نتیجه‌ی افزایش عملکرد دانه در واحد سطح دانست که این افزایش عملکرد در واحد سطح را می‌توان به تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در مترمربع بیشتر در مکان دوم آزمایش نسبت داد. مقایسه میانگین بین ارقام مختلف نشان داد که در مکان اول بین اکثر ارقام، از نظر عملکرد دانه در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک در واحد سطح و شاخص برداشت اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. اما در مکان دوم بین ارقام از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت اما از نظر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بین بیشتر ارقام تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. در گرگان ارقام کوهدشت و سرداری به‌ترتیب از بیشترین و کمترین عملکرد دانه در واحد سطح (۵۴۶/۲۵ و ۲۱۸/۳۳ گرم در متر مربع) و شاخص برداشت (۵۰/۳۲ و ۳۲/۲۲ درصد) برخوردار بودند (جدول ۴). بین عملکرد دانه با شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک همبستگی معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت، به‌طوری‌که ضریب همبستگی بین عملکرد دانه با شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب برابر ۰/۹۰۷** و ۰/۶۶۵** بود (جدول ۵). در اغلب تحقیقاتی

که بر روی مبانی فیزیولوژیکی افزایش عملکرد صورت گرفته‌اند، ارتباط بین عملکرد دانه و شاخص برداشت مثبت بوده، ولی بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک یا ارتباطی وجود نداشته یا ارتباط بسیار ضعیف بوده است (Morgounova *et al.*, 2010). به‌طورکلی علی‌رغم این‌که افزایش پتانسیل عملکرد غلات دانه‌ریز مانند گندم، برنج و جو در طی سال‌های گذشته با افزایش شاخص برداشت همراه بوده و همبستگی شاخص برداشت و عملکرد در بسیاری از گیاهان زراعی نیز بالا است (Morinaka *et al.*, 2006)، اما در این تحقیق هر دو عامل باعث افزایش در عملکرد دانه شده‌اند. بر اساس عملکرد دانه در گندم ناشی از اثرات تجمعی اجزای عملکرد می‌باشد که این اجزای تحت تأثیر مدیریت، ژنوتیپ و اثر متقابل محیط با ژنوتیپ قرار می‌گیرند (Aydin *et al.*, 2010)، بنابراین شناسایی این اجزا و روابط آن‌ها با عملکرد دانه می‌تواند در گزینش ارقام پرمحصول مؤثر واقع شود.

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم

Table 4- Mean comparison yield and yield component wheat cultivars

منطقه Zone	ارقام Cultivars	تعداد پنجه در متر مربع Number of tillers per m^2	تعداد دانه در سنبله Grain per spike	تعداد سنبلچه در خوشه اصلی Spikelet per main spike	تعداد دانه در متر مربع Grain per m^2	میانگین وزن دانه Mean grain weight (mg)	عملکرد دانه Grain yield (g)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (g)	شاخص برداشت Harvest index (%)
	آذر۲ Azar 2	198.40a	25.86c	13.64c	11525c	32.888ab	188.13d	845.63c	22.53b
	آفتاب Aftab	210.40a	30.39bc	15.35bc	26293a	27.863bc	366.25a	10.88.75ab	33.66a
	سرداری Sardari	239.85a	17.09d	11.19d	14236c	34.24ab	239.13c	1048.5ab	22.81b
گنبد Gonbad	قابوس Qaboos	205.15a	37.08a	17.59a	26550a	27.94bc	366.88a	1134.38a	32.37a
	کریم Karim	259.15a	31.42b	15.81ab	20783b	35.503a	363.13a	1090.63a	33.36a
	کوهدشت Koohdasht	221.05a	33.27ab	14.97bc	22073b	29.46abc	163.5b	945bc	33.52a
	لاین ۱۷ Lain 17	220.26a	30.64bc	14.99bc	30009a	25.058c	375a	1103.13a	34.23a
LSD 0.05		61.047	5.417	1.969	3940.5	7.117	39.018	143.83	3.505
	آذر۲ Azar 2	199.91b	14.9d	11.25c	25206abc	35.723bc	410.63c	956.25b	42.29abc
	آفتاب Aftab	214.55ab	31.1c	15.15b	22591bc	40.939ab	444.38bc	1118.75a	39.51cd
	سرداری Sardari	167.89bc	14.67d	10.13c	18881c	23.117d	218.33d	691.67a	32.22d
گرگان Gorgan	قابوس Qaboos	150.55c	43.35a	16.9a	23877bc	37.569ab	436.88c	1088.75a	40.13bcd
	کریم Karim	179.25bc	38.3a	15.75ab	29762ab	36.065bc	535.63ab	1118.75a	47.87ab
	کوهدشت Koohdasht	257.96a	32.55bc	15.1b	25835abc	43.111a	546.25a	1091.25a	50.32a
	لاین ۱۷ Lain 17	189.78bc	38ab	15.3b	33089a	30.516c	429.5abc	1153.75a	42.56abc
LSD 0.05		47.524	5.577	1.421	8730.7	5.995	96.435	108.79	8.295

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

In each column, averages with common letters are not significant at 5% level

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به این موضوع که به‌جز ارقام سرداری و آذر۲ که مخصوص مناطق سردسیر هستند سایر ارقام سازگار با شرایط گرمسیر و نیمه‌گرمسیر می‌باشند و با توجه به شرایط آب و هوایی (میزان بارندگی و دمای هوا) دو منطقه گرگان و گنبدکاووس در طول دوره آزمایش که بیشتر منطبق با شرایط گرمسیر بود، در اکثر صفات مورد ارزیابی اختلاف اندک بین ارقام مشاهده شد. با این حال در هر یک از دو منطقه گنبد و گرگان برخی از ارقام عملکرد بالاتری داشتند. در منطقه گرگان رقم کوهدشت در مدت‌زمان کمتری مراحل فنولوژیک از کاشت تا رسیدگی را سپری نمود و عملکرد دانه بیشتری داشت. در منطقه گنبدکاووس نیز با وجود اینکه لاین ۱۷ در بیشتر صفات برتری نسبت به سایر ارقام نداشت اما عملکرد بیشتری به ثبت رساند و زمان کوتاه‌تری برای سپر کردن مراحل سنبله‌دهی تا رسیدگی و برداشت نیاز داشت.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات فنولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم

Table 5- Correlation coefficients between characteristics morphological, phenologhical and yield and yield component wheat cultivars

صفات Characteristics	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
۱- روز تا خروج اولین بساک 1- Day to anthesis	1												
۲- روز تا رسیدگی فیزیولوژیک 2- Day to physiological maturity	0.939**	1											
۳- تعداد پنجه در متر مربع 3- Number of tillers per m^2	-0.305*	-0.338**	1										
۴ – تعداد دانه در سنبله 4- Grain per spike	-0.388**	-0.208	-0.131	1									
۵- تعداد سنبلچه در خوشه اصلی 5- Spikelet per main spike	-0.497**	-0.371**	0.006	0.916**	1								
۶- تعداد دانه در متر مربع 6- Grain per m^2	0.031	0.059	-0.145	0.443**	0.368**	1							
۷ – میانگین وزن دانه 7- Mean grain weight	0.126	0.269**	0.174	0.097	0.105	-0.359**	1						
۸- عملکرد دانه 8- Grain yield	0.128	0.264*	-0.081	0.541**	0.462**	0.784**	0.278*	1					
۹- عملکرد بیولوژیک 9- Biological yield	-0.379**	-0.251	0.116	0.544**	0.538**	0.526**	0.227	0.665**	1				
۱۰- شاخص برداشت 10- Harvest index	0.371**	0.462**	-0.166	0.385**	0.295*	0.709**	0.231	0.907**	0.298*	1			
۱۱- حداکثر شاخص سطح برگ 11- Maximum leaf area index	-0.262*	-0.277*	0.072	0.349**	0.426**	0.194	0.111	0.239	0.224	0.205	1		
۱۲- طول دوره پرشدن 12- Grain filling period	0.792**	0.953**	-0.333*	-0.028	-0.221	0.079	0.369**	0.359**	-0.113	0.497**	-0.262*	1	
۱۳- سرعت دوره پرشدن 13- Grain filling rate	-0.262*	-0.231	0.079	0.569**	0.599**	0.795**	0.056	0.847**	0.75**	0.682**	0.407**	-0.179	1

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد

** and * are significant at 1% and 5% , respectively

References

1. Ahmadi, K., Gholizadeh, H. A., Ebadzadeh, H. R., Hosseinpoor, R., Abdo Shah, H., Kazemian, A., and Rafiei, M. 2016. Agricultural statistics of the years 2015-2016. First volume of crops. Ministry of Agriculture. Deputy Director of planning and economics. Center for Information and Communication Technology. (in Persian).
2. Alimohammadi, A., Ezzati, F., and Kuhi, R. 2016. Determination of the most suitable winter wheat cultivar by comparing yield and yield components of some wheat cultivars grown in the Varzaghan area of East Azarbaijan. National Conference on Knowledge and Technology of Agricultural Science, Natural Resources and Environment of Iran, Tehran.
3. Aydin, N., Mut, Z., and Ozcan, H. 2010. Estimation of broad-sense heritability for grain yield and some agronomic and quality traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Food, Agriculture and Environment 8 (2): 419-421.
4. Bakhshayeshi Geshlagh, M. 2011. Study of adaptability and yield stability of wheat cultivars in cold and mountainous moderate-cold climate of Iran. Journal of Crops Improvement 13 (2): 41-49. (in Persian).
5. Bakhshayeshi, M., and Bakhshayeshi, H. 2012. Study of interaction of genotype environment and stability of grain yield in bread wheat cultivars in Kurdestan province. New Finding in Agriculture 6 (4): 201-213. (in Persian with English abstract).
6. Behdad, M., Paknejad, F., Vazan, S., Ardakani, M. R., and Sadeghi Shoae, M. 2012. Evaluation of drought stress on effective traits at accumulative cumulative assimilate of grain in different cultivars of wheat. Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding 8 (3): 79-83. (in Persian with English abstract).
7. Dawari, N. H., and Luthra, O. P. 1991. Character association studies under high and low environments in wheat. Indian Journal of Agricultural Research 25: 515-518.
8. Emam, Y., Ranjbari, A., and Bohrani, M. J. 2007. Evaluation of grain yield and its components in wheat genotypes under drought stress condition after anthesis. Journal of Agriculture Natural Resource Science Technology 11: 317-327. (in Persian with English abstract).
9. Farshadfar, A. S. 1998. Application of quantitative genetics in plant breeding. Taqbostan Publication, Razi University, Kermanshah. 396 p. (in Persian).
10. Fischer, R. A. 2008. The importance of grain or kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson. Field Crops Research 105: 15-21.
11. Ghobakhlou, R. A. 2015. Planting wheat in cold regions (especially for dry farming and irrigated). Seed and Plant Improvement Research Institute, Dry Agricultural Research Institute, Agricultural Engineering Research Institute, Soil and Water Research Institute, Office for the Promotion of Agricultural and Natural Resources. Agricultural Education Publication. 39 p. (in Persian).
12. Giambalwo, D., Ruisi, P. G., and Di-Miceli. 2010. Nitrogen use efficiency and nitrogen fertilizer recovery of durum wheat genotypes as affected by interspecific competition. Agronomy Journal 102 (2): 707-715.

13. Hamam, K. A. 2008. Pedigree selection in F_3 and F_4 generations for grain yield of durum wheat. Assiut Journal of Agriculture Science 39 (3): 1-11.
14. Hooshmandi, B. 2015. Evaluation some morphophysiological indices and yield of bread wheat cultivars. Crop Physiology Journal 7 (26): 121-134. (in Persian with English abstract).
15. Karimi, A., Meskarbashee, M., Nabipour, M., and Broomandnasab, S. 2012. The study of some quantity and quality characteristics of two wheat cultivars under different planting method and irrigation levels conditions. Journal of Agriculture Science and Sustainable Production 21 (4): 95-104. (in Persian with English abstract).
16. Kazemi arbat, H. 2011. Private agronomy, Vol 1: Cereals. University Publication Center. (in Persian).
17. Kebriaei, A., Yazdani sepas, A., Keshavarz, S., Bihamta, M., and Najafi Mirak, T. 2007. Stability of grain yield in promising winter and facultative wheat (*Triticum aestivum* L.) lines. Iranian Journal of Crop Sciences 9 (3): 225-236. (in Persian with English abstract).
18. Kouchaki, A., Nassiri, M., Jahanbin, G. H., and Zare, A. 2004. Diversity of crop cultivars in Iran. Desert (Biaban), 9 (1): 49-67. (in Persian with English abstract).
19. Mehari, M., Alamerew, S., and Lakew, B. 2014. Genotype environment interaction and yield stability of malt barley genotypes evaluated in Tigray, Ethiopia Using the Ammi Analysis. Asian Journal of Plant Sciences 13 (2): 73-79.
20. Mohammadi, S. 2014. Evolution of Grain Yield and its Components Relationships in Bread Wheat Genotypes under Full Irrigation and Terminal Water Stress Conditions Using Multivariate Statistical Analysis. Iranian Journal of Field Crops Research 12 (1): 99-109. (in Persian).
21. Mohammadi Gonbad, R., Esfahani, M., Roustaei, M., and Sabouri, H. 2016. Effect of planting dates on grain filling of bread wheat genotypes under rain-fed condition of Gonbad-e-Qabus region. Cereal Research 6 (3): 307-321. (in Persian with English abstract).
22. Morgounova, A., Zykinb, V., Belanb, I., Roseevab, L., Zelenskiyc, Y., Budakd, H., and Bekese, F. 2010. Genetic gains for grain yield in high latitude spring wheat grown in Western. Siberia in 1900-2008. Field Crops Research 117: 101-112.
23. Morinaka, Y., Sakamoto, T., Inukai, Y., Agetsuma, M., Kitano, H., Ashikari, M., and Matsuoka, M. 2006. Morphological alteration caused by brassinosteroid insensitivity increases the biomass and grain production of rice. Plant Physiology 141: 924-931.
24. Moshfeghi, N., Khazaei, H. R., and Kafi, M. 2015. The Study of phenological and morphophysiological traits of new and old barely (*Hordeum vulgare* L.) shoot cultivars. Iranian Journal of Field Crops Research 13 (1): 92-100. (in Persian with English abstract).
25. Motamedi, M., and Moradi, M. 2012. Evaluation of yield and yield components of bread wheat cultivars under different environmental conditions. Crop physiology Journal 4 (14): 45-58. (in Persian with English abstract).
26. Rahemi karizaki, A. 2011. Investigation the changes of physiological and morphological traits associated with wheat (*Triticum aestivum* L.) yield. Thesis of Ph.D. Agronomy. Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 104 p. (in Persian with English abstract).
27. Schillinger, W. F. 2005. Tillage method and sowing rate relations for dry land spring wheat, barley and oat. Crop Science 45: 2636-2643.
28. Shahkuie, A. 2017. The study of the role of climate in tourism planning in Golestan Province. Sepehr, Journal of the Geographic Organization of the Armed Forces 79: 52-57. (in Persian).
29. Soltani, A. 2015. Application of SAS in statistical analysis. Jehad Daneshgahi Publisher. P. 182. (in Persian).
30. Soltani, A., Rezaei, A., Khajeh Pour, M. R., and Mirlohi, A. 2001. Relationship and contribution of various morphological and physiological traits in yield formation of sorghum. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 7 (4): 85-94. (in Persian with English abstract).
31. Talebifar, M., Taghizadeh, R., and Kamali Kivi, S. E. 2015. Determination of relationships between yield and yield components in wheat varieties under water deficit stress in different growth stages through Path analysis. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) 108: 107-113.
32. Yung, S. J., Gyenism, L., Bossolini, E., Hayes, P. M., Matus, I. K., Smith, P., Steffenson, B. J., Tuberosa, R., and Muehlbauer, G. J. 2006. Validation of quantitative trait loci for multiple resistances in barley using advanced backcross lines developed with a wild barley. Crop Science 46: 1179-1186.
33. Zadox, J.C., Change, T. T., and Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth of cereals. Weed Research 14: 415-421.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 4, Winter. 2020, p. 579-590

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۵۹۰-۵۷۹

Study of the Response of Rainfed Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars in Semi-arid and Semi-humid Regions of Golestan Province

A. Rahemi karizaki[1*], H. Rezaei[2], A. Gholizadeh[3], A. Nakhzari Moghadam[4], M. Naeeimi[5]

Received: 16-12-2018
Accepted: 10-07-2019

Introduction: Wheat (*Triticum aestivum* L.) is one of the world's largest cultivated plants and one of the most important aspects in wheat breeding is the stability of cultivars under various environmental conditions. The stability of a product is, in fact, its ability to survive in a particular environment. In other words, a plant must be able to tolerate cold, heat, shortage or excess water, changes in the length of the day, the intensity of light, and a wide range of chemical and physical conditions of the soil.

Materials and Methods: In order to study the response of rainfed wheat cultivars in semi-arid and semi-humid regions of Golestan province, an experiment was conducted at the research farm of Gonbad Kavous University (semi-arid area) and a field in Gorgan (semi-humid area) based on the randomized complete block design with four replications and with seven wheat cultivars (Aftab, Azar 2, Sardari, Qaboos, Karim, Koohdasht and Line 17) in 2015-2016. In this experiment, the phenological traits (days from planting to anthesis, physiological maturity), morphological traits (grain filling period, grain filling rate, maximum leaf area index), yield and yield components (number of tillers per square meter, grain per spike, spikelet per spike, grain per square meter, mean grain weight, grain yield, biological yield and harvest index) of cultivars were evaluated in two regions. To compare the means, LSD test was used at the 5% probability level. All analytical steps were performed in SAS software version 9.4.

Results and Discussion: The results of analysis of variance showed that the effect of cultivar in Gonbad and Gorgan regions on all traits except grain filling rate in Gorgan and number of tillers per m^2 in Gonbad-Kavous was significant at 1% and 5% levels. The average period of examination in Gonbad-Kavous was 178 days and in Gorgan 195 days after planting. In Gonbad-Kavous, Sardari cultivar (33 days) had the highest and Line 17 (27 days) had the least grain filling period. But in Gorgan, the Qaboos cultivar (41 days) was the highest and the Koohdasht cultivar (38 days) had the least grain filling period. The results also showed that there was a significant difference between the cultivars in both locations in terms of grain filling rate. In Gonbad-Kavous, Azar 2 had the lowest grain filling rate (5.8 $g.day.m^{-2}$), and Line 17 had the highest grain filling rate (14.2 $g.day.m^{-2}$). But in Gorgan, Sardari cultivar had the lowest (5.5 $g.day.m^{-2}$) and Koohdasht cultivar had the highest (14.37 $g.day.m^{-2}$) grain filling rate. Correlation coefficient between grain filling period and grain yield (r= 0.359**) and grain yield and grain filling rate (r= 0.847**) were positive and significant. Grain yield and harvest index were higher in Gorgan than Gonbad-Kavous. In Gonbad-Kavous, there was no significant difference between grain yield per unit area, biological yield per unit area and harvest index in most of the cultivars. In Gorgan, there was a significant difference between cultivars for grain yield, but there was no significant difference between biological yield and harvest index among more cultivars. In Gorgan, Koohdasht and Sardari cultivars had the highest and lowest grain yield per unit area (564.2 and 218.3 $g.m^{-2}$) and harvest index (50.32 and 32.2%) respectively. There was a significant correlation between grain yield and harvest index (r= 0.907**) and biological yield (r= 0.665**) in the level of 1%.

1- Assistant Professor, Department of plant production, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavoos University, Golestan, Iran
2- M.Sc. Student, Agroecogology, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavoos University, Golestan, Iran
3- Assistant Professor, Department of plant production, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavoos University, Golestan, Iran
4- Assistant Professor, Department of plant production, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavoos University, Golestan, Iran
5- Assistant Professor, Department of plant production, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavoos University, Golestan, Iran
(*- Corresponding Author Email: Alirahemi@yahoo.com)

Conclusions: In general, due to the fact that other than cultivars Sardari and Azar 2, which are special for cold regions, other cultivars are compatible with tropical and semi-arid conditions. According to the climatic conditions (rainfall and temperature), two regions of Gorgan and Gonbad-Kavous were observed during the experimental period which were more in line with the tropical conditions. In most traits, there was a slight difference between the cultivars. Different cultivars achieved high grain yield in Gonbad and Gorgan. In Gorgan region, Koohdasht cultivar had a shorter time from planting to maturity and this cultivar had higher grain yield. In Gonbad Kavoos region, although the Qaboos cultivar had no superiority in most traits than other cultivars, it had the highest yield and shorter time from planting to maturity and harvest.

Keywords: Morphology, Phenology, Wheat, Yield and yield components